МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
Объединение «Союзтвердосплав»

СПЕЦИАЛЬНОЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО
«ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

# «ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Москва

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
Объединение «Союзтвердосплав»

СПЕЦИАЛЬНОЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО
«ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

МОСКВА 1971

Составили: *Ду В. В.*
*Рожков Г. И.*
*Рытвина Л. А.*
Под редакцией *Самойлова В. С.*

Электроэрозионные методы обработки металлокерамических твердых сплавов широко применяются при изготовлении деталей штампов, фильер, режущего и измерительного инструмента.

Настоящий материал рекомендует наиболее рациональные технологические приемы обработки твердых сплавов, обеспечивающие максимальный эффект от их внедрения. Рекомендации составлены Свердловским филиалом Специального производственно-технологического бюро «Оргпримтвердосплав». При разработке рекомендаций использован опыт СПТБ «Оргпримтвердосплав», Экспериментального научно-исследовательского института металлорежущих станков, Всесоюзного научно-исследовательского института твердых сплавов и других организаций.

Подписано к печати 4. VIII 1970 г. Л 114167. Формат бумаги 60×84¹/₁₆. Объем 1,5 печ. л. Заказ № 5713. Тираж 1000 экз.
Отпечатано в 35-й типографии Комитета по печати при Совете Министров Латвийской ССР в г. Огре, ул. Революцияс, 31.

В основу электроэрозионной обработки положен принцип эрозии металлов в жидкости под действием электрического разряда. Технологические возможности процесса (производительность, точность и класс чистоты обработки) определяются электрическими параметрами применяемого для обработки генератора импульсов.

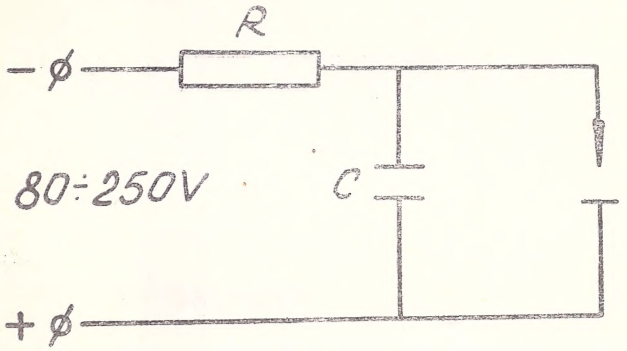


Рис. 1 — Принципиальная схема искрового генератора типа RC.

У наиболее часто используемых релаксационных генераторов типа RC *(рис. 1)*, RCL, LC и других несложная конструкция, они надежны в работе, обладают широким диапазоном режимов обработки, но имеют низкий КПД и малую производительность при чистовых режимах *(рис. 2)*.

Высокочастотные ламповые генераторы *(рис. 3)* лишены этих недостатков, однако максимальная их производительность ниже, чем у генераторов типа RC. Поэтому выбор генератора импульсов при обработке твердых сплавов зависит от того, какие технологические параметры должны быть обеспечены электроискровой обработкой.

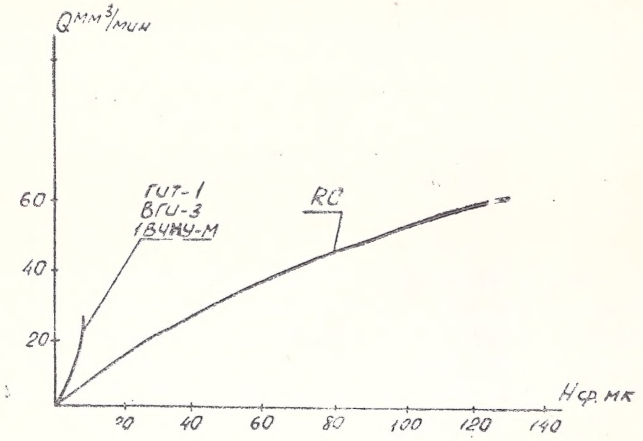


Рис. 2 — Зависимость производительности обработки и чистоты поверхности от типа применяемого искрового генератора.

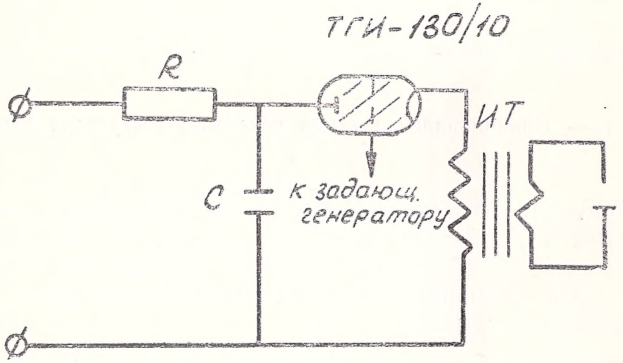


Рис. 3 — Принципиальная схема высокочастотного генератора импульсов.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. Ю. ВЕРОМАН. Стойкость инструмента при экспериментальной обработке. ЛДНТП, серия «Передовой промышленный опыт», 1964.

2. В. П. СМОЛЕНЦЕВ. Изготовление инструмента непрофилированным электродом. М, «Машиностроение», 1967.

3. Отчет ЭНИМСа по теме «Разработка типовых технологических процессов размерной обработки деталей и изделий с применением электрофизических и электрохимических методов». Москва, 1966.

4. Н. К. ФОТЕЕВ. «Уменьшение износа обрабатывающего электрода». Ж-л «Электронная обработка материалов», № 3, 1968.

5. И. М. МУХА, А. Н. КРУШИНСКИЙ. Материалы электродов для электроискровой обработки на основе отходов твердых сплавов. Ж-л «Электронная обработка материалов», № 2, 1966.

В *таблице 1* приведены основные электрические и технологические параметры наиболее часто применяемых в промышленности генераторов импульсов.

ОСНОВАНИЕ: параметры генераторов импульсов.

*Таблица 1*

| Тип генератора | Параметры импульса | | | Технологические параметры | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | энергия, *дж* | длительн., *мк/сек* | частота, *кгц* | производ., *мм³/мин* | класс чистоты поверхн. | сетка микротрещин, *мк* |
| RC | 0,05÷1 | 120÷160 | 0,8÷0,4 | 22÷70 | ▽5÷ ▽3 | 26÷130 |
| | $2.10^{-5}$÷$2.10^{-2}$ | 0,3÷1,2 | 3,2÷1,2 | 0,1÷12 | ▽9÷ ▽6 | нет |
| 1ВЧИУ-М | 0,03 | 3 | 22 | 14 | ▽7 | нет |
| 8ВЧИУ-М | 0,05 | 2÷7 | 6 | 1÷8 | ▽6÷ ▽5 | нет |
| ГИТ-1М | 0,10 | 7 | 22 | 14 | ▽6 | нет |
| ВГИ-3 | | 12 | 8 | 20 | ▽5 | до 10 |
| | | 8 | 22 | 10 | ▽6 | нет |
| | | 3 | 66 | 5 | ▽7 | нет |

*Таблица 2*

ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ КОПИРОВАЛЬНО-ПРОШИВОЧНЫЕ СТАНКИ

| №№ п. п. | Модель станка | Тип искрового генератора | Наибольшие размеры обрабатываемой детали, мм | Габариты станка |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4Б721 | RC | 150×150×100 | 685×660×880 |
| 2 | 4611 | RC | ⌀2 ÷ ⌀25 | 1153×1596×1450 |
| 3 | 4Б721 | RC, ВГИ-3 | 200×300×100 | 782×706×1580 |
| 4 | 183 В | RC, МГИ-3 | 1600×400×150 | 1800×1100×2100 |
| 5 | 200 | RC | 100×65 | 220×200×420 |
| 6 | 150 | RC | 100×100 | 1060×1150×1350 |
| 7 | 183 | RC, МГИ-3 | 1100×400×120 | 1350×1350×2100 |
| 8 | 185 | RC, МГИ-3 | 1600×400×150 | 1350×1350×2100 |
| 9 | А207-07 | RC | 150×50×30 | 990×720×1340 |
| 10 | А207-05 | RC | 100×50×30 | 880×720×1340 |

В практике электроискровой обработки существуют три основных метода обработки твердосплавных деталей: 1) прямое копирование, 2) обратное копирование, 3) обработка непрофилированным электродом. Первые два метода применяются при работе на копировально-прошивочных станках *(табл. 2)*, третий — при работе на проволочных станках *(табл. 3)*.

Обратное копирование не нашло широкого распространения в промышленности из-за низкой производительности и сложности изготовления электродов и в рекомендациях не рассматривается.

*Таблица 3*

ЭЛЕКТРОИСКРОВЫЕ СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРОВОЛОЧНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

| №№ п. п. | Модель станка | Тип искрового генератора | Наибольшие размеры обрабатываемой детали, мм | Тип следящей системы | Габариты станка |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4531 | RC | 120×65×30 | Электроконтактная по проводящему копиру | 630×750×1460 |
| 2 | 2ЭФУ | 8ВЧИУ-М | 50×50×30 | Фотокопировальная по чертежу на кальке, по негативу | 1500×800×1200 |
| 3 | 3ЭФУ | 8ВЧИУ-М | 150×100×30 | „ | |
| 4 | 4531 П | RC | 120×65×30 | Программная с вводом программы на перфоленте | 630×750×1460 |
| 5 | 4532 П | RC | 380×320×60 | „ | 1160×917×1730 |

## ОБРАБОТКА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА КОПИРОВАЛЬНО-ПРОШИВОЧНЫХ СТАНКАХ

### Прямое копирование

При обработке методом прямого копирования электрод-инструмент, располагаемый над деталью, перемещается сверху вниз и внедряется в деталь, расположенную в диэлектрической жидкости (керосин), копируя свою геометрическую форму *(рис. 4)*.

Метод прямого копирования применяется при обработке внутренних полостей, когда профиль электрода-инструмента переносится на деталь, в которой образуется форма сквозного или глухого отверстия. Оформляющим элементом при обработке сквозного отверстия является наружная боковая поверхность электрода-инструмента, а при обработке глухой полости-дополнительно торцевая.

Недостатком метода прямого копирования является конусность обрабатываемой поверхности, возникающая за счет съема материала по боковым поверхностям из-за повторных электрических разрядов. Они возникают потому, что продукты эрозии удаляются вверх через обработанную поверхность и, касаясь боковых стенок детали и электрода, образуют канал проводимости, по которому проходит электрический разряд.



Первоначально по стальному пластинчатому копиру, изготовленному слесарным методом, вырезается рабочий профиль матрицы, затем рабочий профиль доводится вручную алмазной пастой до окончательных чертежных размеров.

Затем в окне готовой матрицы специальным бойком формуется второй копир, по которому вырезается пуансон. Материалом копира служит отожженная медная полоска толщиной 2—3 *мм*, предварительно обработанная в соответствии с профилем матрицы.

Вследствие упругой деформации меди выдавленный медный копир на 0,03 *мм* больше размеров матрицы.

Данным приемом возможно получить сопрягаемые детали штампов с зазором до 0,08 *мм*.

При промежуточном копировании изготовление пуансона и матрицы производится на станке 4531 с использованием проволоки различного диаметра.

Сначала вырезается пуансон *(рис. 8а)* по копиру, изготовленному слесарным способом. Пуансон вырезается проволокой диаметром $d_n$. Размер пуансона в этом случае будет равен:

$$П = А - 2d_n - 2e, \text{ где}$$

А — размер исходного копира;

$d_n$ — диаметр проволоки;

$e$ — односторонний искровой зазор.

Далее по исходному копиру вырезается промежуточный копир *(рис. 8б)* проволокой диаметром $d_{nk}$. Размер рабочего контура копира получим:

$$A_{nk} = A - 2d_{nk} - 2e_k, \text{ где}$$

$A_{nk}$ — размер промежуточного копира;

$d_{nk}$ — диаметр проволоки, которой вырезается промежуточный копир;

$e_k$ — односторонний искровой зазор.

При помощи второго промежуточного копира вырезается матрица *(рис. 8в)* проволокой диаметром *nm*.

Размер матрицы рабочего контура получим:

$$М = A_{nk} + 2d_{nm} + 2e_m, \text{ где}$$

$A_{nk}$ — размер промежуточного копира;

$d_{nm}$ — диаметр проволоки, которой вырезается матрица;

$e_m$ — односторонний искровой зазор.

Односторонний искровой зазор вычисляется:

$$\frac{М - П}{2} = A_{nk} + 2d_{nm} + 2e_m - A + 2d_n + 2e;$$

$$\frac{М - П}{2} = A - 2d_{nk} - 2e_k + 2d_{nm} + 2e_m - A + 2d_n + 2e;$$

$$М - П = d_n + d_{nm} - d_{nk} + e + e_m - e_k.$$

Данным приемом возможно изготовить сопрягаемые детали с зазором до 0,5 *мм*.

Прием выдавливания копира применяется, когда матрица и пуансон изготавливаются на станке модели 4531.



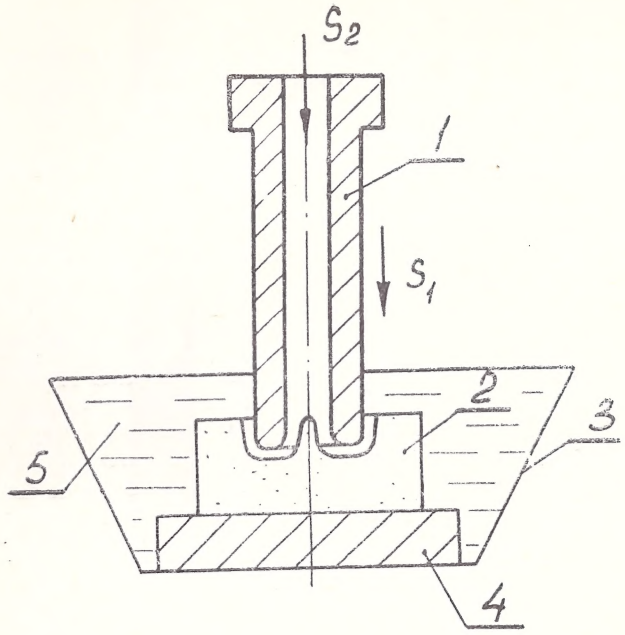


Рис. 4 — Схема обработки методом прямого копирования: 1 — электрод-инструмент; 2 — обрабатываемая деталь; 3 — емкость для рабочей жидкости; 4 — рабочий стол; 5 — диэлектрическая рабочая жидкость; $S_1$ — подача электрода; $S_2$ — прокачка рабочей жидкости.

При обработке сквозных полостей конусность можно уменьшить последующей калибровкой. При обработке глухих полостей конусность ликвидируется лишь при слесарной доводке.

В процессе обработки электроды изнашиваются, что необходимо учитывать при расчете размеров электродов и времени обработки деталей. Чаще всего применяются электроды из латуни Л62 или меди, которые при нормальных условиях эвакуации продуктов эрозии имеют износ 100—150%, при плохой эвакуации — 200—250%. С целью повышения точности обработки и производительности процесса широко практикуется изготовление электродов из специальных эрозионностойких материалов на основе меди с добавками $Al_2O_3$, $ZrO_2$, вольфрама, пропитанного медью, и других. В таблице 4 приведены данные по износу электродов, изготовленных из эрозионностойких композиций.

*Таблица 4*

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ОТНОСИТЕЛЬНОГО ИЗНОСА ЭЛЕКТРОДА ОТ МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОДА И РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ

| Состав материала электрода-инструмента | Относительный износ электрода $\gamma$, % | Производительность обработки, $мм^3/мин$ | Примечания |
|---|---|---|---|
| Cu ÷ 3% $Al_2O_3$ | 49 | 22 | Данные ЭНИМС и ЭПКТИ, ЛК-18<br>С = 90 мкф<br>Iк.з. = 12а<br>сплав ВК20 |
| Cu ÷ 3% BN | 47 | 37 | |
| Латунь ЛС-59 | 270 | 19 | |
| Cu ÷ 3% $Al_2O_3$ | 99 | 25 | Данные ВНИИТС<br>ЛКЗ-18<br>С = 90 мкф<br>Iк.з. = 18а |
| Cu ÷ 1% TiC | 40 | 40 | |
| Cu ÷ 5% $TiB_2$ | 70 | 23 | |
| Латунь | 215 | 31 | |
| Cu ÷ 8% $Al_2O_3$ | 37 | 19 | Данные Свердловского филиала СПТБ «Оргпримтвердосплав»<br>генератор ВГИ-3<br>1-й режим<br>f = 8 кгц<br>t = 12 мк/сек<br>сплав ВК20 |
| Cu ÷ 5% $ZrO_2$ | 14 | 20 | |
| Cu ÷ 3% BN | 37 | 18,5 | |
| Латунь ЛС-59 | 240 | 16,6 | |

Наилучшие результаты по относительному износу имеют материалы на медной основе с добавками 5% $ZrO_2$, 3% BN и 1% TiC.

Размеры поперечного сечения электрода-инструмента рассчитываются по формуле:

$$\alpha = \alpha_1 \pm (\Delta + \delta), \text{ где}$$

$\alpha$ — размер электрода;

$\alpha_1$ — номинальный размер детали;

$\Delta$ — искровой зазор;

$\delta$ — припуск на доводку, в котором учитывается величина обратного конуса и величина дефектного слоя.

Знак «+» берется при расчете электродов для обработки наружных поверхностей, знак «—» для внутренних.

Искровой зазор зависит от режимов обработки, материала электрода-инструмента, величины вибрации электрода-инструмента.

Величины искрового зазора, угла обратного конуса и величины дефектного слоя приведены в таблице 5.



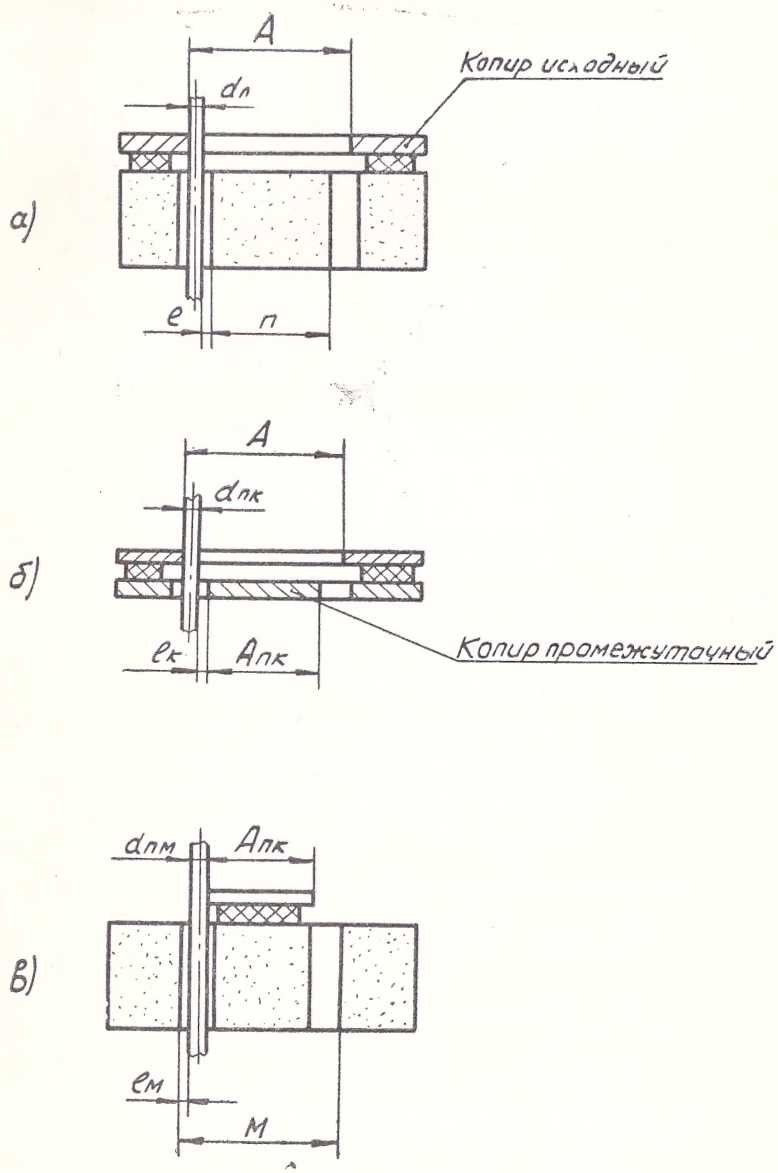


Рис. 8 — Схема вырезания матриц и пуансона по одному исходному копиру.

Прием фотокопирования используется в том случае, если матрица изготавливается методом прямого копирования на электроискровых станках и затем доводится вручную алмазными пастами.

Изготовление твердосплавного пуансона производится на оптико-шлифовальном станке модели 395М алмазными кругами по чертежу, выполненному с фотографии матрицы. Оптика шлифовального станка дает увеличение в 50 раз. Чертеж для обработки пуансона изготовляется на этом же станке.

Для получения фотографии окончательно доведенную матрицу устанавливают на стол оптико-шлифовального станка. Фотографируемое окно проектируется на экран и производится наводка на резкость. Затем на экране зажимается лист технической пленки типа ФТ-11, тыльная сторона которой закрыта черной бумагой. Включается нижний осветитель и производится экспозиция. На пленке получается изображение профиля окна матрицы, увеличенное в 50 раз. С этой пленки снимается калька, по которой затем производится шлифовка пуансона.

Экран станка модели 395М вмещает детали величиной не более 10×10 *мм*. Детали, не укладывающиеся в эти размеры, фотографируются по частям таким образом, чтобы на фотографии поместился интересующий нас профиль и какие-либо прямолинейные поверхности, которые в дальнейшем служат для установки пуансона относительно чертежа, изготовленного по фотографии.

Пуансоны шлифуются на станке с выдерживанием зазора вырубки. Для этого на кальке проводится линия, параллельная сфотографированной. Расстояние между линиями соответствует величине вырубного зазора.

Такой прием нашел применение при изготовлении штампов малых размеров со сравнительно простой конфигурацией.

Прием электроискрового отпечатка применяется в том случае, когда пуансон можно получить шлифованием или другим каким-либо способом. При этом способе окончательно изготовленным пуансоном на электроискровом прошивочном станке прошивают копир, представляющий собой стальную пластину толщиной 2÷3 *мм*. Затем на станке модели 4531 по изготовленному копиру вырезают матрицу. Часть пуансона, которая участвовала в обработке копира, сошлифовывается.

Для получения необходимого зазора между пуансоном и матрицей в пределах 0÷0,1 *мм* проводится подбор электрических режимов при обработке копира и матрицы или на рабочую поверхность копира наносится ограничительный слой никеля.



*Таблица 5*

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК20 БЕЗ ВИБРАЦИИ ЭЛЕКТРОДА ОТ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ

| Тип генератора | Режимы обработки | Искровой зазор, мм | | Обратный конус | Класс чистоты поверхности | Дефектный слой, мк | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | латунь | Cu+5% $ZrO_2$ | | | измен. слой | величина трещин |
| ВГИ-3 | 1-ый | 0,04 | 0,05 | 0°20′—0°35′ | ▽5 | 10 | 6—10 |
| | 2-ой | 0,03 | 0,04 | | ▽6 | — | — |
| | 3-ий | 0,015 | 0,02 | | ▽7 | — | — |
| Генератор RC Ux.x-160в | $c_1 = 0{,}1$ | 0,017 | — | до 1°10′ | ▽8 | — | — |
| | $c_1 = 0{,}5$ | 0,022 | — | | ▽7 | — | — |
| | $c_1 = 1{,}0$ | 0,028 | — | | ▽6 | — | — |
| | $c_1 = 7{,}6$ | 0,035 | — | | ▽5 | 23 | — |
| | $c_1 = 16$ | 0,045 | — | | ▽5 | — | до 74 |
| | $c_1 = 20$ | 0,050 | — | | ▽5 | — | до 130 |
| | $c_1 = 23{,}5$ | 0,060 | — | | ▽5 | — | — |
| ГИТ-1М | Постоянный | 0,03 | 0,04 | 0°20′—0°30′ | ▽6а | 3—4 | — |

Длина рабочей части электрода-инструмента рассчитывается по формуле:

$$L = h\left(1 + \frac{\gamma}{100}\right),$$ где

h — длина обработки, мм;

γ — относительный износ электрода-инструмента в %.

Ниже показаны значения износа электрода-инструмента в зависимости от материала и режимов обработки.

Обычно применяемые схемы прокачки рабочей жидкости предусматривают удаление продуктов эрозии через обработанную поверхность, однако такая схема пригодна не для всех случаев.

На *рис. 5* показана матрица штампа для вырубки шестерни. После электроискровой обработки рабочий профиль матрицы практически не доводится. Ввиду того, что применение обычной схемы прокачки не позволяет избежать обратной конусности, для обработки подобных деталей целесообразно применять схему прокачки, при которой продукты эрозии удаляются через необработанную поверхность. Приспособление для такой обработки показано на *рис. 6*.

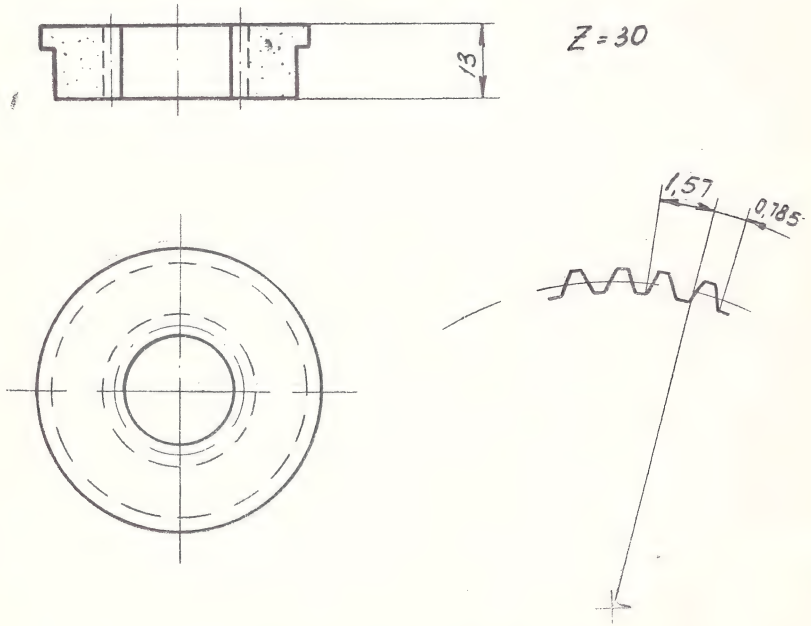


Рис. 5 — Твердосплавная матрица для вырубки шестерни.



*Таблица 8*

ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ УКЛОНА СТЕНОК ПАЗА ОТ ТОЛЩИНЫ ДЕТАЛИ И ДИАМЕТРА ПРОВОЛОКИ (ВК20, Л-62)

| Толщина детали, *мм* | Величина уклона стенок для проволоки диаметром, *мм* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,3 |
| 2 | 1′22″ | 1′23″ | 1′25″ | 1′27″ | 1′29″ |
| 10 | 1′17″ | 1′19″ | 1′22″ | 1′24″ | 1′25″ |
| 30 | 1′13″ | 1′15″ | 1′17″ | 1′20″ | 1′22″ |

новочного напряжения, марки обрабатываемого твердого сплава и других факторов. Величина тока короткого замыкания выбирается, исходя из предельно допустимого его значения для проволоки различного диаметра по *табл. 9*.

*Таблица 9*

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТОКА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ДЛЯ ПРОВОЛОКИ РАЗЛИЧНОГО ДИАМЕТРА

| Диаметр проволоки, *мм* | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Предельный ток $I_{к.з}$, а | 0,7 | 1,2 | 1,7 | 2,1 | 2,5 |

Для каждого значения тока короткого замыкания имеются емкости, при которых наблюдается максимальная производительность, что выражается зависимостью $I_{к.з} = (0{,}5 \div 0{,}72)I$.

Обработку следует вести латунной проволокой марки Л-62.

Скорость перемотки и величина натяжения проволоки выбираются практически по устойчивому протеканию процесса.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ СОПРЯГАЕМЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

Для изготовления сложноконтурных матриц и пуансонов применяется несколько приемов получения сопрягаемых деталей с равномерным зазором по контуру:

а) фотокопирования;
б) электроискрового отпечатка;
в) промежуточного копира;
г) выдавливания копира.

*Таблица 7*

ЗАВИСИМОСТЬ ИСКРОВОГО ЗАЗОРА ОТ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ

| Характеристика проволоки | Электрический режим | | | Производ. обработки, *мм²/мин* | Искровой зазор, *мк* | Чистота поверхности | Величина дефектного слоя, *мк* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Uxx. в | C, мкф | I, а | | | | |
| Латунь Л-62 ⌀ 0,19 | 115 | 0,6 | 0,9 | 1,8 | 27 | ▽7а | 9,0 |
| | 115 | 1.35 | 1,4 | 4,8 | 28 | ▽6в | 11,9 |
| | 115 | 1.85 | 1,8 | 6,0 | 29 | ▽6б | 13,2 |
| | 115 | 2,00 | 1,8 | 6,0 | 31 | ▽6б | 13,5 |
| | 115 | 2,00 | 1,9 | проволока рвется | | ▽6б | 13,5 |
| | 115 | 3,0 | 1,6 | 6,0 | 31 | ▽6а | 15,5 |
| | 135 | 0.6 | 0,9 | 4,4 | 23 | ▽7а | 10,1 |
| | 135 | 0.85 | 1,1 | 5,0 | 25 | ▽6в | 11,3 |
| | 135 | 1,00 | 1,3 | 6,4 | 26 | ▽6в | 11,9 |
| | 135 | 1,35 | 1,4 | 7,0 | 28 | ▽6б | 13,2 |
| | 135 | 1.85 | 1,8 | проволока рвется | | ▽6б | 14,5 |
| | 135 | 2,00 | 1,5 | 6,4 | 32 | ▽6б | 15,0 |
| Латунь Л-62 ⌀ 0,23 | 140 | 2,2 | 2,0 | 9.3 | 45 | ▽6а | 16,1 |
| | 140 | 3.85 | 2,5 | 6,3 | 42 | ▽6а | 19,2 |
| | 140 | 3.85 | 2,8 | проволока рвется | | ▽6а | 19.2 |
| | 120 | 3,85 | 2,8 | 6,7 | 45 | ▽6а | 17,3 |
| Латунь Л-62 ⌀ 0,14 | 90 | 0,85 | 1,1 | 3,25 | 5 | ▽7б | 8,6 |

Величина дефектного слоя, приведенная в *таблице 7*, рассчитана по формуле Смоленцева В. П. [2].

$T = KgC^{1/3}\ Ux.x^{2/3}$ мк.

Kg = 0,455 — если обрабатывается сплав ВК20 латунной проволокой в керосине.

Класс чистоты поверхности, приведенный в *таблице 10*, взят по данным работы [2].

При электроискровой обработке непрофилированным электродом обработанная поверхность получается с уклоном, который направлен в сторону движения проволоки. Величины уклонов для различных толщин обрабатываемых деталей и диаметров проволоки приведены в *таблице 8*.

Наличие уклонов позволяет значительно сократить трудоемкость доводки рабочего контура, так как при доводке обрабатывается только поясок контура с рабочей стороны детали.

Разрабатывая технологию электроискровой проволочной обработки, следует учитывать, что ее производительность в основном зависит от величины тока короткого замыкания, величины уста-



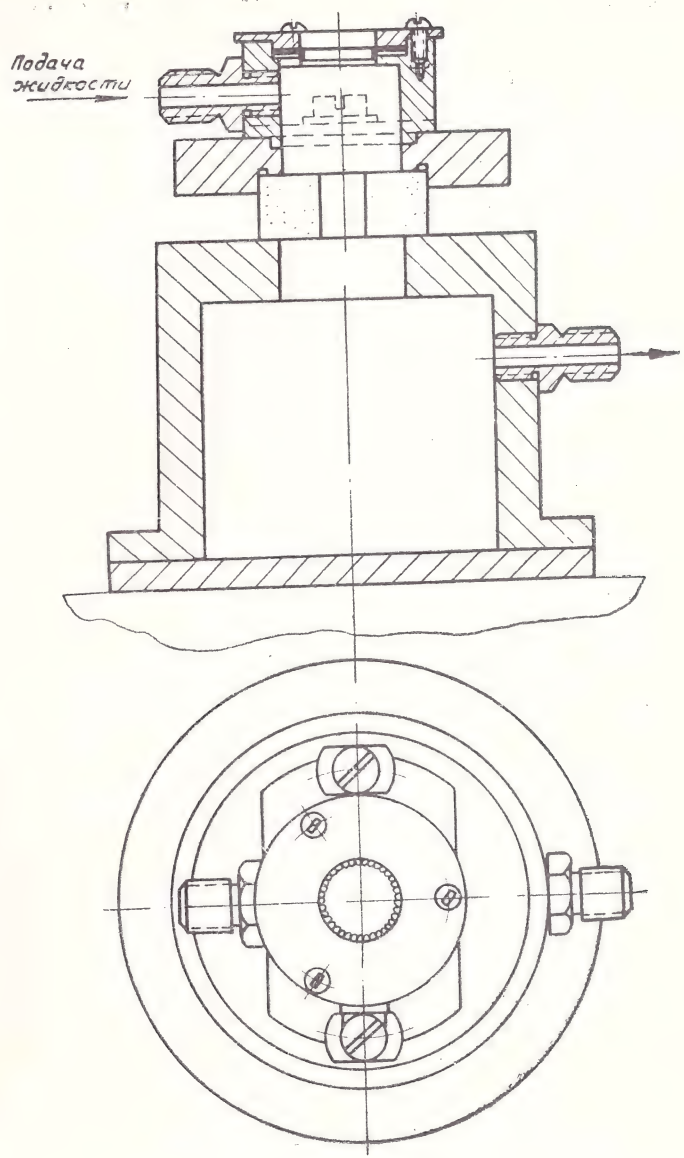


Рис. 6 — Приспособление для прокачки рабочей жидкости через обрабатываемую деталь со стороны электрода.

Обработку отверстий небольшого диаметра без прокачки рабочей жидкости, отверстий, связанных между собой координатами, отверстий ступенчатой формы с сохранением их соосности целесообразно производить вращающимся электродом.

Электроды в этом случае должны иметь винтовую канавку по наружной поверхности, что дает увеличение производительности в 2—4 раза. В *таблице 6* приведены данные, показывающие преимущество электродов с канавкой по наружной поверхности.

При расчете электродов в этом случае необходимо учитывать биение электрода, которое увеличивает размер обратного конуса.

*Таблица 6*

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ И ОТНОСИТЕЛЬНОГО ИЗНОСА ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ЭЛЕКТРОДА ОТ НАПРАВЛЕНИЯ ВИНТОВОЙ КАНАВКИ НА ЕГО НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

(Генератор RC, Uх.х.= 140 в, С = 5 мкф, ВК(20, ЛС59)

| | Производ., *мм³/мин* | Относит. износ ЭИ, % | Величина обработанного конуса | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| Без канавки | 1,3 | 226 | 0°40′ | |
| Канавка правая | 3,4 | 215 | 0°40′ | Жидкость нагнетается в зону обработки |
| Канавка левая | 1,4 | 225 | 0°40′ | Жидкость откачивается из зоны обработки |

## 2. ОБРАБОТКА НЕПРОФИЛИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Метод обработки непрофилированным электродом применяется для деталей, которые необходимо обработать по всей высоте. Обработка в этом случае производится тонкой проволокой, которая непрерывно движется с определенной скоростью, перематываясь с одной бобины на другую *(рис. 7)*. К проволоке, являющейся электродом-инструментом, подводится один из полюсов от источника питания «—», к детали — другой «+».

В процессе обработки деталь перемещается в горизонтальной плоскости. При этом проволока, натянутая вертикально, вырезает в детали паз, ширина которого определяется диаметром проволоки и величиной искрового промежутка. Изменяя движение детали в двух взаимноперпендикулярных направлениях, можно вырезать детали любого заданного профиля.



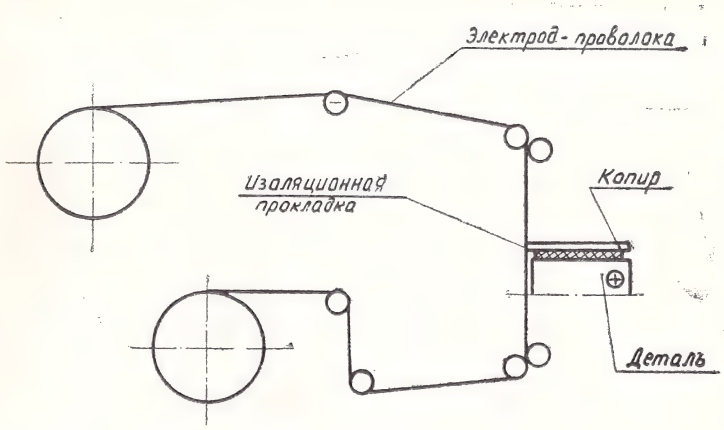


Рис. 7 — Схема обработки деталей проволочным электродом.

Этот метод открыл возможности для автоматизации процесса электроискровой обработки. На его базе созданы станки моделей 4531, 4532П, 2ЭФУ, 3ЭФУ для изготовления деталей любого профиля по заданному копиру или по программе. Станки работают в автоматическом цикле по копиру или программе и в полуавтоматическом — по координатам.

Расчет копиров ведется с учетом особенностей станка. В настоящих рекомендациях приведены расчеты копиров применительно к станкам модели 4531.

Копиры рассчитываются по следующей формуле:

$$A_M = A_g \pm 2(\Delta + \delta), \text{ где}$$

$A_M$ — размер шаблона копира;

$A_g$ — размер детали, вырезаемой по копиру;

$\Delta$ — односторонний искровой зазор на выходе проволоки из детали;

$\delta$ — припуск на доводку, в котором учитывается величина уклона стенок, величина измененного слоя, погрешность при установке копира, высота неровностей после электроискровой обработки.

Знак «+» берется для расчета охватываемого контура копира, «—» — для охватывающего. Величина одностороннего искрового зазора берется по экспериментальным данным, приведенным в *таблице 7.*

Косачёв Г.А.

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗТВЕРДОСПЛАВ»

СПЕЦИАЛЬНОЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО
«ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

# ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРИЕМКЕ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ВИДОВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Москва 1975

РФ СПТБ "Оргприматвердосплав"
Зак. № 409 тираж 1500 Л.113195

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗТВЕРДОСПЛАВ»

СПЕЦИАЛЬНОЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО
«ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

# ИНСТРУКЦИЯ

## ПО ПРИЕМКЕ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ВИДОВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

МОСКВА 1 9 7 5

Настоящая инструкция регламентирует правила приемки пресс-форм, а также порядок оформления конструкторской документации на них от предприятий-заказчиков, реализующих свои фонды на твердый сплав на Московском опытном заводе Всесоюзного научно-исследовательского института тугоплавких металлов и твердых сплавов В/О "Союзтвердосплав" (МОЗ)

Составители: В.В.Дроздова, Л.П.Костина, В.А.Ладыгин



| №№ п п | Конструкция пресс-форм | Стойкость (к-во прессовок), шт. |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 6. | Автоматная для прессования изделий без отверстий под пятачок | матрица (без ремонта) 10000<br>пуансон - 5000 |
| 7. | Автоматная для прессования изделий без отверстия с верхним пуансоном | матрица (без ремонта) 50000<br>пуансон - 2000 |
| 8. | Автоматная для прессования изделий с отверстием | матрица (без ремонта) 50000<br>пуансон - 1200<br>стержень - 500 |

Примечание: Матрицы автоматных пресс-форм изготавливаются из твердого сплава ВК15 (ГОСТ 3882-67), пуансоны и стержни всех пресс-форм - из стали ХВГ (ГОСТ 5950-73).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Ориентировочные данные о стойкости пресс-форм

| №№ пп | Конструкция пресс-форм | Стойкость (к-во прессовок), шт. |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Ручная, разборная, щековая для прессования пластин | 500 |
| 2. | Ручная, круглая для прессования изделий типа пробок односторонним прессованием: | |
| | Ø до 50 мм | 500 |
| | Ø до 100 мм | 200 |
| | Ø свыше 100 мм | 100 |
| 3. | Ручная, круглая для прессования изделий типа втулок односторонним прессованием: | |
| | Ø до 50 мм | 500 |
| | Ø до 100 мм | 200 |
| | Ø свыше 100 мм | 100 |
| 4. | Ручная, круглая для прессования изделий типа пробок двусторонним прессованием только | |
| | Ø до 50 мм | 100 |
| 5. | Ручная, круглая для прессования изделий типа втулок двусторонним прессованием только | |
| | Ø до 50 мм | 100 |

1. Для выполнения наряд-заказа на изготовление нестандартных видов изделий предприятие-заказчик обязано предоставить в распоряжение Московского опытного завода Всесоюзного научно-исследовательского института тугоплавких металлов и твердых сплавов (МОЗа) пресс-формы в небольших количествах. Ориентировочные данные о стойкости пресс-форм приведены в приложении 1.

2. Пресс-форма сдается в ОТК в полном комплекте с приложением чертежей и паспорта на пресс-форму с отметкой ОТК завода-изготовителя о годности пресс-формы.

3. Пресс-форма должна иметь маркировку либо на обойме матрицы (стакане), либо на одной из щек.

Текст маркировки содержит индекс форморазмера, обозначение чертежа пресс-формы и полное наименование предприятия-заказчика с указанием города.

Маркировка должна быть выполнена ударным способом либо гравировкой (гравировка электрокарандашом не разрешается). Высота букв не менее 5 мм и глубина 1,5 мм.

4. Прилагаемые к пресс-форме чертежи, выполненные предприятием-заказчиком, должны быть согласованы с конструкторским отделом специального производственно-технологического бюро "Оргприматвердосплав" до изготовления пресс-формы в металле. Разрешается согласование чертежей с КБ МОЗа. Оформление чертежей должно соответствовать ЕСКД.

4.1. Для согласования чертежей предприятие-заказчик высылает письмом на имя главного инженера СПТБ "Оргприм-твердосплав" следующие документы: чертежи в 2-х экз. на заготовку изделия из твердого сплава с указанием марки твердого сплава; комплект подлинника и 2 экземпляра копий рабочих чертежей пресс-форм. В письме также указывается назначение изделий и годовая потребность в них.

4.2. При согласовании чертежей производится оценка технологичности изделия для прессования, конструкции пресс-формы (контроль основных габаритных размеров пресс-форм, контроль размеров заготовки, коэффициента усадки по сплаву и правильности маркировки пресс-формы), присваивается форморазмер на прессуемое изделие.

При необходимости СПТБ "Оргприматвердосплав" согласовывает конструкцию пресс-формы с МОЗом, а также принимает участие в опробовании пресс-формы.

4.3. Присвоение форморазмера изделию, а также дальнейшее составление ТУ на изделие осуществляет опытно-промышленный отдел внедрения ВНИИТСа по представлению СПТБ.

4.4. Согласование чертежей пресс-формы проводится в течение 10 дней со дня получения всех указанных в п.4.1. документов.

4.5. Согласованный подлинник с одним экземпляром копии возвращается заказчику.

4.6. В том случае, когда конструкция пресс-формы не удовлетворяет требованиям технологии прессования, чертежи пресс-формы возвращаются заказчику для корректировки с необходимыми рекомендациями.

После корректировки документация вторично высылается на согласование.

4.7. Услуги за перечень работ, указанных в п.4.2., должны оплачиваться предприятием по предъявлению счета, в связи с чем письмо на согласование чертежей пресс-формы должно содержать гарантию оплаты с указанием расчетного счета предприятия-заказчика.

4.8. После согласования чертежей предприятие-заказчик изготавливает пресс-формы в точном соответствии с утвержденными размерами заготовки изделия.

Изменение размеров заготовки после получения на нее форморазмера не допускается.

4.9. В случае необходимости изменения каких-либо размеров заготовки предприятие-заказчик письменно запрашивает об этом опытно-промышленный отдел внедрения ВНИИТС с копией СПТБ "Оргприматвердосплав".

5. Пресс-форма, сданная в ОТК завода, проходит контроль на соответствие ее чертежам.

5.1. Контролю подлежат:
- качество и точность выполнения элементов пресс-формы;
- возможность вручную разборки и сборки без усилий;
- размагниченность ее деталей;
- соответствие твердости и чистоты обрабртки, указанным в чертежах;
- качество и текст маркировки.

5.2. В случае несоответствия изготовленной пресс-формы или ее деталей требованиям чертежей по размерам, отсутствия или неполной маркировки, недостаточной твердости, чистоты обработки и нетехнологичности ОТК составляет и направляет заказчику уведомление. Срок хранения непринятых пресс-форм - 1 месяц.

По истечении срока пресс-формы сдаются в металлолом.

В случае претензий к пресс-формам СПТБ "Оргприматвердосплав", указанным в п.5.2., вопрос о возможности их использования и в связи с этим выполнения заказа решается в каждом отдельном случае с главным технологом МОЗа, производственно-техническим и конструкторским отделами СПТБ "Оргприматвердосплав".

6. На пресс-форму, вышедшую из строя при опробовании или в процессе выполнения заказа МОЗом, составляется акт о списании, который высылается заказчику.

7. Срок хранения списанных по акту пресс-форм - 1 месяц. По истечении срока пресс-формы сдаются в металлолом.

8. Пресс-формы заказчиков сдаются на МОЗ без предъявления счета к оплате.

Пресс-формы, не использованные в течение 2-х лет, подлежат возврату заказчику.